

# **El Triàsic de Castellar del Vallès: geologia i icnologia**



Guillem Iglesias Muñoz

Tutor: Oriol Oms Llobet

Juny 2014

**Abstract**

General structural and stratigraphic characteristics from the studied zone (Can Sallent, Castellar del Vallès), are coincident with the ones described by other authors. Geomorphologic and historic variation of the outcrops have been important to determinate the geology of Can Sallent, because of human activity.

Ichtnites have been found in Middle Muschelkalk bottom levels, and have been analyzed using photogrametry techniques. Two different ichnotaxons have been found. *Rhynchosauroides* isp. Stratigraphic correlation with other sections with *Rhynchosauroides* isp. activity indicates the ichnotaxon was present along Middle Muschelkalk, specially at the bottom.

**Resumen**

Las características estructurales y estratigráficas generales de la zona estudiada (Can Sallent, Castellar del Vallés), coinciden con las realizadas hasta ahora por otros autores. Las variaciones históricas de los afloramientos y la geomorfología han sido importantes para deducir la geología de Can Sallent debido a la actividad humana.

Situadas en la parte basal del Muschelkalk medio, se encuentra unas icnitas que, mediante la técnica de fotogrametría, han sido analizadas. Estas icnitas corresponden a dos tipos de icnotaxones. Las más abundantes son *Rhynchosauroides* isp. La correlación estratigráfica con otras secciones donde hay presencia de este taxón en la Sierra Prelitoral Catalana indica que el icnotaxon está presente a lo largo del Muschelkalk medio, pero predomina especialmente en la base de este.

**Resum**

Les característiques estructurals i estratigràfiques generals de la zona estudiada (Can Sallent, Castellar del Vallès), coincideixen amb les realitzades fins ara per altres autors. Les variacions històriques dels afloraments i la geomorfologia han estat importants per deduir la geologia de Can Sallent degut a una activitat humana.

Situades a la part basal del Muschelkalk mitjà, es troben unes icnites que, mitjançant la tècnica de fotogrametria, han estat analitzades. Aquestes icnites corresponen a dos tipus d'icnotaxons. Les més abundants són *Rhynchosauroides* isp. La correlació estratigràfica amb altres seccions on hi ha presència d'aquest taxó a la Serralada Prelitoral Catalana indica que l'icnotaxó es present al llarg de tot el Muschelkalk mitjà, però es especialment predominant a la base d'aquest.

**Paraules clau:** Can Sallent, Castellar del Vallès, *Rhynchosauroides* isp., fotogrametria.

## 1. INTRODUCCIÓ

### 1.1 Objectius

L'estudi s'inicia arrel de la troballa d'unes icnites de tetràpodes a la cantera de Can Sallent, al terme municipal de Castellar del Vallès. Degut a la escassa informació d'aquesta zona a nivell de camp, i el poc nivell de detall, a més de la necessitat d'ubicar aquestes icnites en un context biostratigràfic més concret, han motivat la realització d'aquest treball. Una posterior recerca al camp ha permès recollir algunes mostres de les icnites per tal d'analitzar-les i identificar-les.

La successió estratigràfica de les icnites dóna informació paleobiològica sobre la successió de diverses espècies. Aquesta successió s'estableix a partir de situar en un registre estratigràfic (columnes), diverses icnites. Es per això que aquest estudi combina l'estudi d'unes icnites amb el seu context geològic i la integració d'altres resultats.

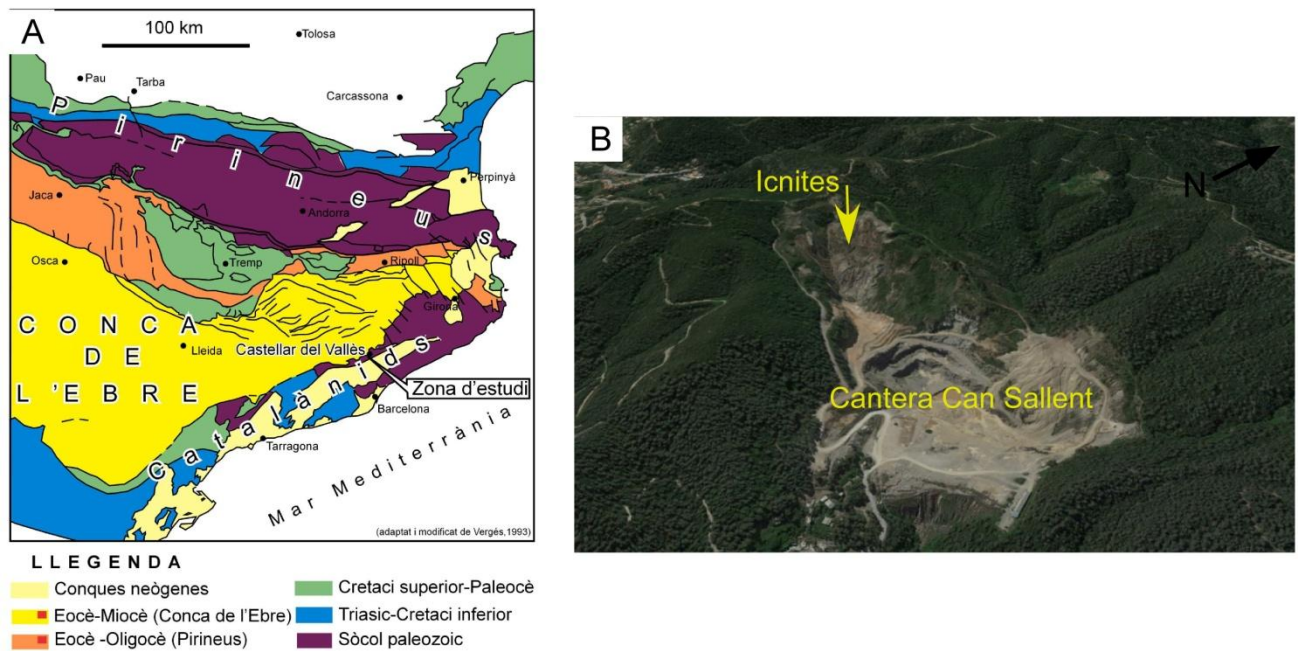
Els objectius generals d'aquest treball són la caracterització taxonòmica i geològica de les icnites. Els objectius concrets són:

- Estudiar l'estructura de la zona d'estudi. Per això caldrà fer una cartografia i un tall de la mateixa.
- Estudiar la posició estratigràfica de les icnites a partir de correlacionar estratigràficament les dades amb les dades d'altres zones ja estudiades. També es volen fer observacions sedimentològiques de les roques que contenen les icnites.
- Determinar la taxonomia de les icnites
- Correlacionar bioestratigràficament les icnites amb les d'altres troballes del mateix taxó en altres àrees de la on hi sigui present.

### 1.2 Context geogràfic i geològic

La zona d'estudi es troba al municipi de Castellar del Vallès (Vallès occidental), a la conca del Riu Ripoll. La cantera de Can Sallent s'ubica al WNW del poble de Castellar del Vallès, al seu terme municipal; entre Castellar i Matadepera. S'hi accedeix des de la carretera de Castellar a Terrassa (C-1415a). Al N de la cantera s'hi ubica el Parc Natural de Sant Llorenç del Munt. L'explotació ha estat continuada des de els anys 50, fins a principis dels 2000, quan va quedar inactiva. Avui dia es realitzen tasques de reompliment amb runa i derrubis de la construcció, i d'altres residus.

La zona d'estudi correspon al marge N de la Serralada Prelitoral Catalana amb la conca de l'Ebre. Situada al S del massís de Sant Llorenç del Munt, al N de la falla del Vallès i al NNE de la falla del Llobregat. A la cantera de Can Sallent trobem materials del triàsic (fig. 1), aflorant en una finestra tectònica que trobem en una de les làmines encavalcants paleozoiques de la Serralada Prelitoral Catalana.

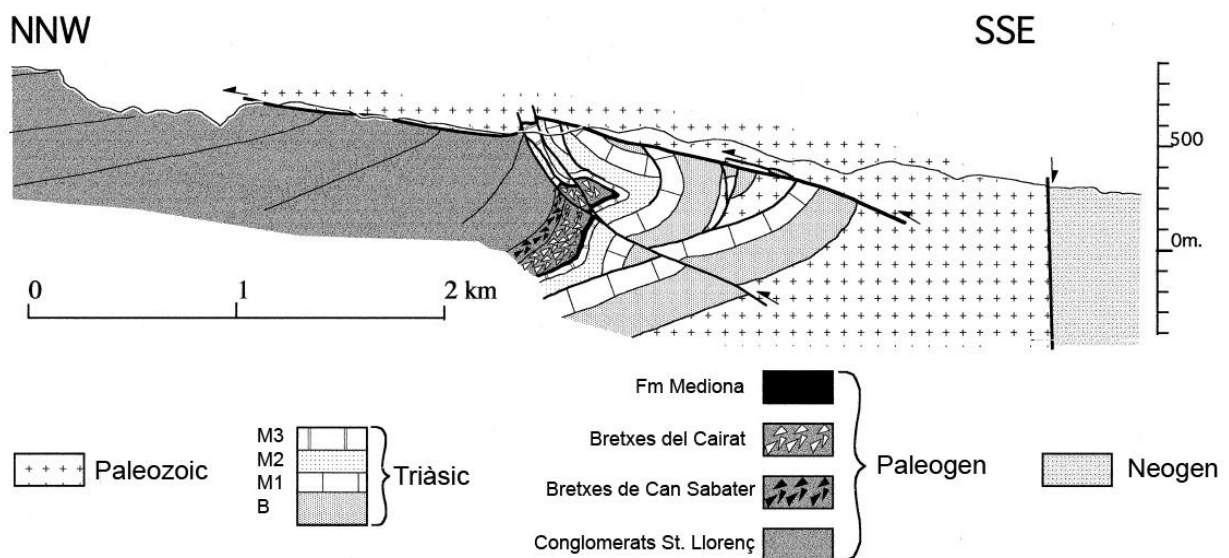


**Figura 1.** A) Situació geològica de la zona. B) Situació de les icnites a la zona de Can Sallent.

### 1.2.1 La Serralada Prelitoral Catalana

La formació de la Serralada Costanera Catalana (d'on pertany la Serralada Prelitoral) compren tres etapes, la preorogènica, l'orogènica o de compressió, i la postorogènica (Anadón *et al.*, 1979). La etapa preorogènica ens abarcaria des de el començament de la sedimentació postherciniana —el triàsic inferior— fins a les primeres pulsacions tectòniques de la etapa orogènica, ja al Paleogen.

La estructura de la Serralada està influenciada per un sistema de falles d'orientació NE-SW del sòcol Paleozoic, encara lleugerament actives durant la sedimentació mesozoica; i reactivades al Terciari (e.g. López-Blanco, 1994). Aquestes falles determinen la geometria de la conca, condicionant la sedimentació dels materials triàsics; i estan afectades per un context distensiu previ al orogènia alpina.



**Figura 2.** Tall geològic de la zona de Can Sallent (modificat de López-Blanco, 1994).

Durant l'etapa de l'orogènia alpina, la compressió N-S dona lloc a la reactivació de les falles preexistents, amb un comportament d'*strike-slip* de moviment sinistre. L'elevat angle entre la compressió i la falla del Vallès genera encavalcaments amb vergència cap a la conca de l'Ebre, afectant principalment els materials triàsics i paleozoics. És en aquest període orogènic on encavalquen els materials paleozoics per sobre de la successió triàsica, i a la vegada, la pleguen fins arribar a invertir-la (fig. 2).

En la etapa postorogènica, es torna a un règim d'esforços distensiu, reactivant les falles com a falles normals (López-Blanco, 1994).

### 1.2.2 Litologies

Els materials constituents de la Serralada Costanera Catalana a la zona estudiada pertanyen al Paleozoic i Mesozoic (Triàsic).

El triàsic de la Serralada Costanera Catalana està compost per sis unitats litostratigràfiques (Virgili, 1958; Calvet i Marzo, 1994; Dinarès-Turell *et al.*, 2005): Buntsandstein, Muschelkalk (inferior, mitjà, superior), Keuper i la formació Imón. La potència total de tot el triàsic varia dels 500m als 800m, ocasionalment menys. La formació Imón i el Keuper, però, no afloren en superfície a la zona d'estudi.

La base del Buntsandstein es troba difusa i poc constant al llarg de les diferents zones, amb una geometria de conca diferenciada, i una potència variable. Això ens indica una sedimentació controlada per les fractures paleozoiques (Anadón *et al.*, 1979). Aquestes diferències s'atenuen progressivament fins a la part superior del Buntsandstein, sent pràcticament imperceptibles a la base de les fàcies Muschelkalk. La part superior del Buntsandstein correspon a pas gradual a la sedimentació marina del Muschelkalk inferior.

El Muschelkalk inferior s'interpreta com a plataformes carbonàtiques marines. La potència de la unitat és bastant uniforme. La transició amb el Muschelkalk mitjà s'interpreta com la gradació de marí a continental.

El Muschelkalk mitjà s'atribueix a fàcies al·luvials distals i ambients evaporítics. La potència oscil·la de casi inexistent, a un centenar de metres (Anadón *et al.*, 1979).

## 2. MÈTODES

### 2.1 Treball de camp

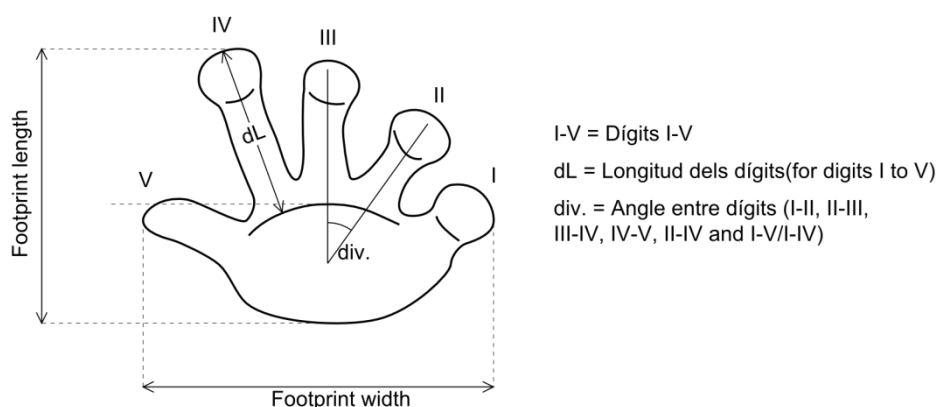
S'ha realitzat una cartografia i un anàlisi estratigràfic a partir de les dades extretes del camp. La cartografia ha estat desenvolupada amb l'observació in situ de les litologies, amb una prèvia base bibliogràfica de la geologia regional. Aquestes litologies han estat descrites, fotografiades i diferenciades composicionalment; en el cas de les roques carbonàtiques, mitjançant l'ús d'àcid clorhídric a un 10% aplicat en una fractura fresca de la roca. Segons el grau d'ebullició al aplicar l'àcid, es pot distingir entre calcita (alt grau d'ebullició) o dolomita (baix grau). Les altres litologies tenen unes característiques més diferenciades que explicarem més endavant.

Els cabussaments han estat mesurats amb una brúixola geològica específica i ubicats al camp mitjançant un GPS Garmin. La medició de la potència dels diversos estrats ha estat realitzada amb cinta mètrica i vara de Jacob's.

## 2.2 Treball de laboratori

Els contactes han estat delimitats mitjançant dues tècniques: la distinció in situ al camp i l'estudi d'ortofotografies aèries. Per aquesta empresa s'han utilitzat una sèrie de diverses ortofotografies històriques, des de 1945 fins ara, extretes del Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC). La comparació de les diferents fotografies amb precisió mitjançant la georeferenciació ha estat realitzada amb el software Global Mapper v.15 (<http://www.blumablegeo.com/products/global-mapper.php>). El traçat posterior dels contactes a la geologia realitzada també estan ajudats per la georeferenciació amb el programa ACD Canvas v.15 (<http://www.acdsee.com/en/products/canvas-15>), que conté una versió amb GIS (*geographic information system*). La geologia també ha estat completada amb les dades del ICC.

Els anàlisis icnològics s'han realitzat a partir de 5 lloses recollides al camp. Aquestes lloses no tenen un codi d'identificació i estan en procés de catalogació. L'estudi de les icnites està desenvolupat mitjançant la tècnica de la fotogrametria. Consisteix en realitzar fotografies en totes les perspectives possibles de l'objecte per tal d'obtenir un model 3D. Es pot trobar una àmplia explicació sobre aquesta tècnica a Matthews (2008) i Falkingham (2012). Les fotografies van ser preses una càmera digital Panasonic Lumix DMC-FZ18 de 9 megapíxels i han estat processades amb diferents software d'accés lliure: 1) VisualSFM v0.5.22 (<http://homes.cs.washington.edu/~ccwu/vsfm/>), programa que ubica totes les fotografies i crea un model de núvol de punts 3D. 2) MeshLab v.1.3.2 (<http://meshlab.sourceforge.net/>), programa que crea una malla a partir del model de punts, i orienta i escala el model. 3) ParaView v.4.1.0 (<http://www.paraview.org>), programa que genera el mapa de profunditats en color, i crea les línies de contorn (explicat detalladament al Annex I).



**Figura 3.** Paràmetres a mesurar per descriure morfològicament les icnites de tetràpodes.  
(realitzada per Eudald Mujal, modificada)

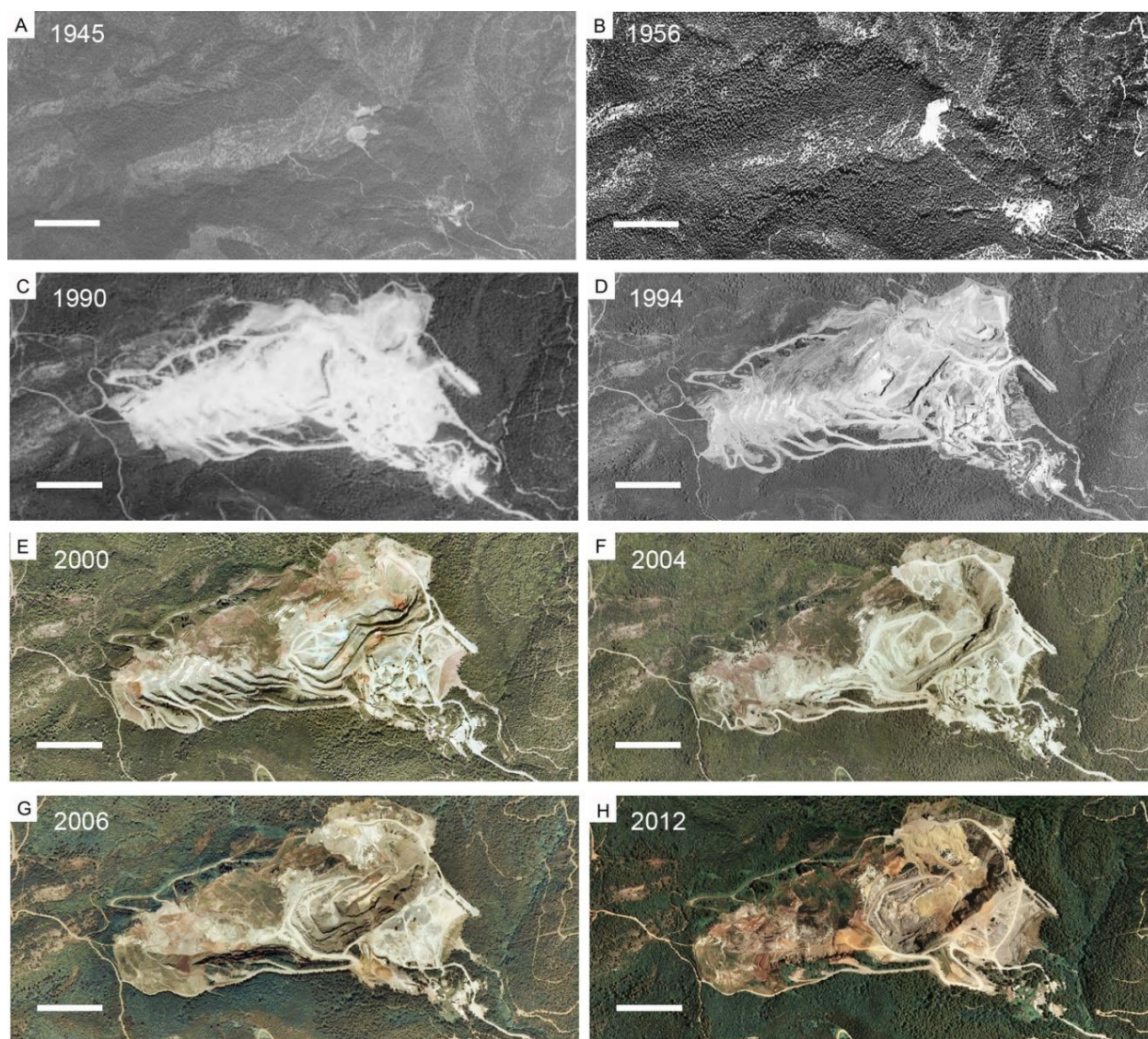
Les descripcions morfològiques de les icnites es basen en paràmetres quantitatius i qualitius, aplicant els descrits per Haubold (1971a,b), que són: longitud i amplada, longitud dels dígits i l'angle entre els dígits. (fig. 3) Els dígits són numerats des dels interns als laterals (externs), en numeració romana (I-II-III-IV-V). Les mesures biomètriques s'han fet amb el software ImageJ v.1.48 (descarregable des de <http://imagej.nih.gov/ij/index.html>).



### 3.RESULTATS

#### 3.1 Cartografia

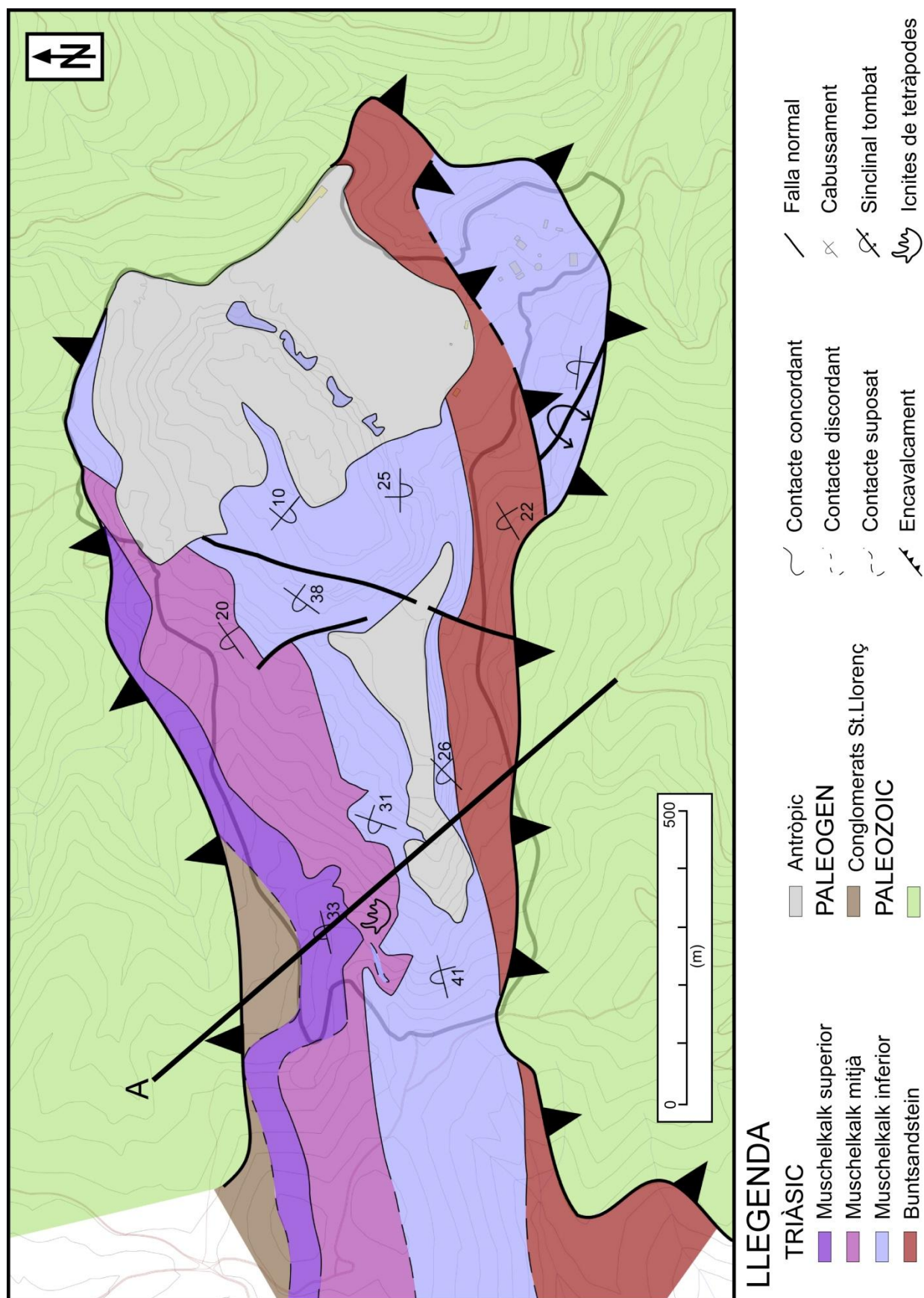
La complexitat de la zona en quant als constants canvis a la que s'ha vist sotmesa en els últims anys, degut a la explotació de carbonats per a àrids, el conseqüent abandonament de la cantera, i una recent reactivació en tasques d'abocament de residus; la comparació de fotografies aèries ens és de gran ajuda per començar a traçar una cartografia contrastable al camp.



**Figura 4.** Evolució de les fotografies aèries al llarg del temps. Escala de 200m. Fotografies extretes del ICC (Institut Cartogràfic de Catalunya).

La figura 4 ens mostra en síntesi aquests canvis tan dràstics en només 65 anys. Observem com als anys previs a l'explotació (Fig. 4a i b), hi aflorava una franja de carbonats corresponents a les facies Muschelkalk inferior. També s'observa una franja carbonàtica al NW de la zona, també semblant a els carbonats del Muschelkalk, que per successió, poden ser del superior. Aquesta franja, però, sembla tenir





**Figura 5.** Cartografia geològica de la cantera de Can Sallent. La secció A representa el tall realitzat.



una diferent coloració a mesura que continua cap al E, que és pot interpretar com a conglomerats del Paleogen (conglomerats de Sant Llorenç del Munt).

Malauradament no hi ha dades disponibles des de l'any 1956 (Fig. 4b) fins al 1990 (Fig. 4c). Aquesta última ens testimonia una explotació extractiva ja madurada. Es pot distingir la franja aflorant de Muschelkalk inferior, eixamplada degut a l'activitat de la cantera. De les següents fotografies (Fig. 4d, e i f) es pot extreure algunes característiques rellevants: la cantera ha suposat una modificació de la topografia. Com a conseqüència, afloren materials en zones on no hi afloraven en un inici. També hi ha un canvi en el relleu, doncs la muntanya ha sofert una pèrdua d'alçada degut a l'explotació fins al cim, on en un origen també hi afloraven dolomies. El principal condicionant per a la cartografia realitzada, però, és l'abocament de material sobrant de l'explotació, en altres punts de la cantera. Aquest material dipositat de manera antròpica es disposa cobrint part dels materials que afloraven *in situ*.

Les fotografies més actuals, posteriors a l'explotació (Fig. 4h) ens mostren l'abandonament de la cantera. S'ha donat lloc a ventalls de sediments antròpics per esllavissades.

L'estudi al camp s'ha realitzat mitjançant tècniques convencionals. La mesura de l'angle de cabussament de cada una de les unitats s'ha extret dels afloraments visibles únicament. Els contactes suposats s'han fet mitjançant la relació entre els afloraments i la informació extreta de la comparació de fotografies aèries.

Mitjançant la informació de la comparació històrica de les ortofotografies aèries, i l'estudi de camp de la zona, s'ha realitzat la cartografia. (fig. 5).

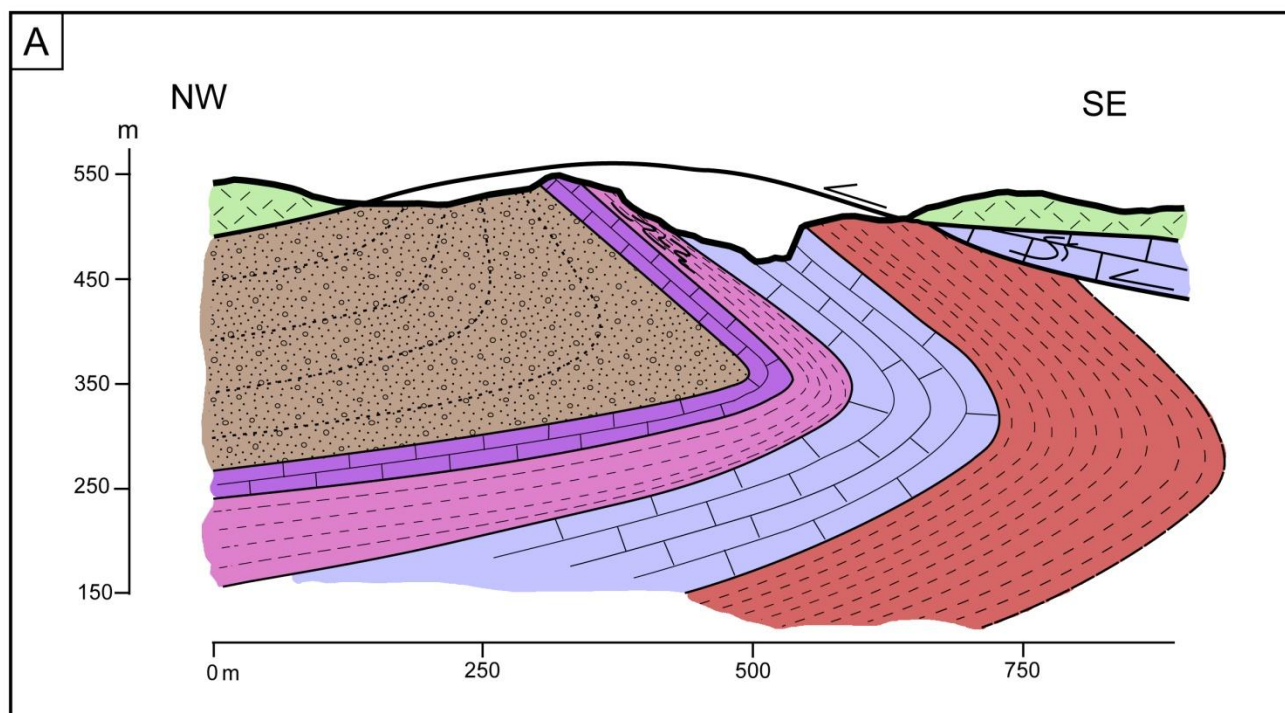
Al finalitzar l'estudi de camp, els afloraments ja presentaven canvis respecte els primers dies de camp, confirmant la inestabilitat de la zona, i la dificultat d'estudiar-la.

### 3.2 Estructura

Destaca la presència d'un sinclinal tombat. Com a conseqüència, el flanc superior del sinclinal queda invertit.

Tota la successió triàsica està afectada per encavalcaments, a la seva vegada afectats per un encavalcament posterior que situa els materials paleozoics sobre la successió triàsica ja encavalcant, sobre si mateixa, i condiona la sedimentació dels materials paleogens (conglomerats de Sant Llorenç). L'encavalcament de Can Sallent fa encavalcar una làmina de materials paleozoics sobre el sinclinal de materials triàsics, amb un escurçament de 3,5km aproximadament (López-Blanco, 1994).

La cantera de Can Sallent es una finestra tectònica, on hi afloren els materials triàsics invertits per sota de la làmina paleozoica encavalcant (fig. 6). Malgrat la fondària de la cantera, les estructures més profundes són difícilment interpretables.



**Figura 6.** Tall secció A simplificada de la zona de Can Sallent. El sinclinal tombat inverteix la successió triàsica. Els colors corresponen a les mateixes unitats de la figura 5.

### 3.3 Materials

A continuació es detallen les característiques de les unitats litostratigràfiques presents a la zona i les seves fàcies diferenciades (fig. 7).

#### 3.3.1 Paleozoic

La làmina encavalcant no s'ha estudiat en detall i està principalment constituïda per unes roques d'origen volcànic que tenen una composició riolítica (fig. 8a). En alguns punts s'observen bandes de fenocristalls de quars de mides centimètriques. La zona està afectada per un lleuger metamorfisme de contacte per l'enclavament de granodiorita també present.

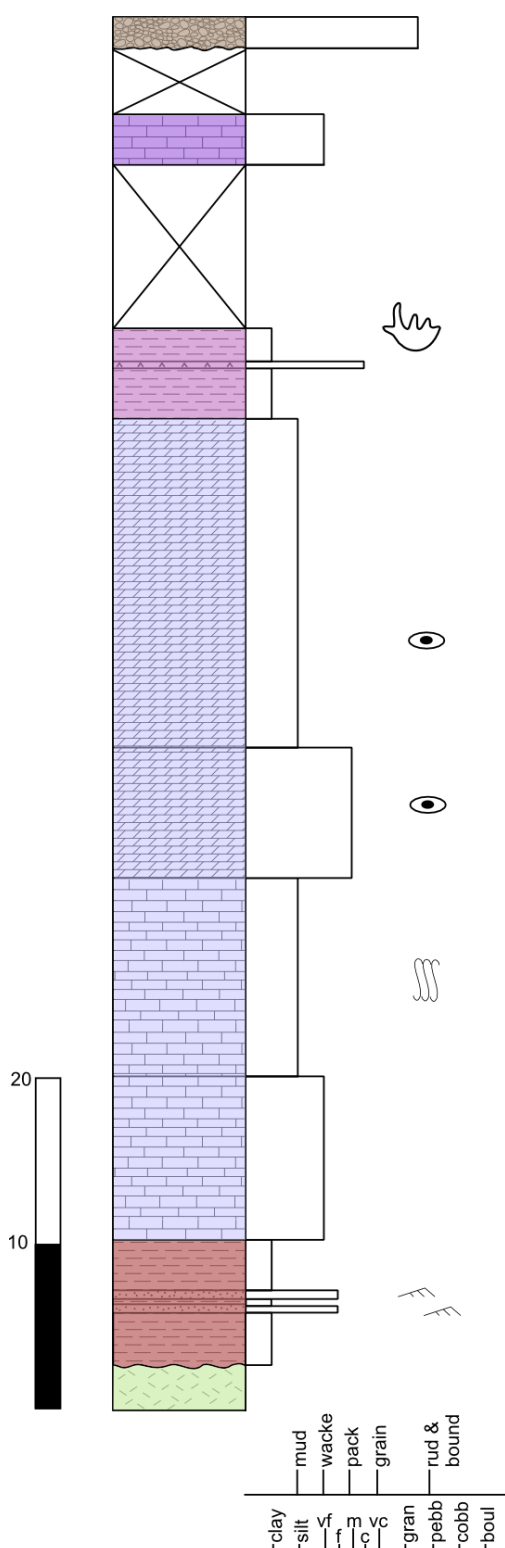
La granodiorita es granoblàstica de gra mitjà, amb una composició elevada de quars i feldspat. També aflora un al SSW de la cantera un dic pegmatític, amb cristalls de moscovita.

#### 3.3.2 Buntsandstein

La base del Buntsandstein a la zona de Can Sallent està totalment coberta per l'acció dels encavalcaments. L'aflorament mostra nivells decimètrics de gresos rogencs multiepisòdics amb estratificació i laminació encreuada planar (fig. 8b), còdols tous, amb morfologia canaliformes. Estan intercalats amb nivellets de lutites vermelles i verdoses amb algun nivell de guix, cap a sostres que constitueixen una seqüència granodecreixent. Al sostre de la unitat trobem unes lutites versicolors amb intercalacions carbonàtiques en augment fins al contacte amb el Muschelkalk, que s'interpreten com a paleosòls, comunament anomenades fàcies Röt o UECS complex (veure referències en Dinarès-Turell et al., 2005).

### 3.3.3 Muschelkalk inferior

Es diferencien tres unitats estratigràfiques principals, de base a sostre:



**Figura 7.** Columna estratigràfica sintètica de la zona

## Calcaires bioclàstiques

Nivell compost per una alternança de calcàries taulejades d'entre 3cm i 8cm de potència i nivells dècimètrics de calcàries amb bioclastes. Destaquen tres estrats petits al sostre de la unitat, intercalats amb les calcàries taulejades, de tipus *packstone*, amb una bona continuïtat lateral.

## Calcàries bioturbades

Són conegudes clàssicament com a Calcàries amb fucoides (Virgili, 1968). La potència a la zona de Can Sallen és d'uns 13m. Es una unitat de calcàries gris-negreses, amb una bioturbació intensa. Aquestes calcàries tenen un aspecte nodulós (fig. 8c), especialment a sostre de la unitat, amb molta més abundància de bioclastos. La unitat està constituïda per petits estrats taulejats micrítics d'entre 2cm a 10cm. Hi ha una part intermèdia de tipus *packstone*, suportada per ooides, formada per 5 estrats d'entre 0,7m i 1,2m. En alguns punts de les calcàries taulejades s'ha observat presència d'hidrocarburs.

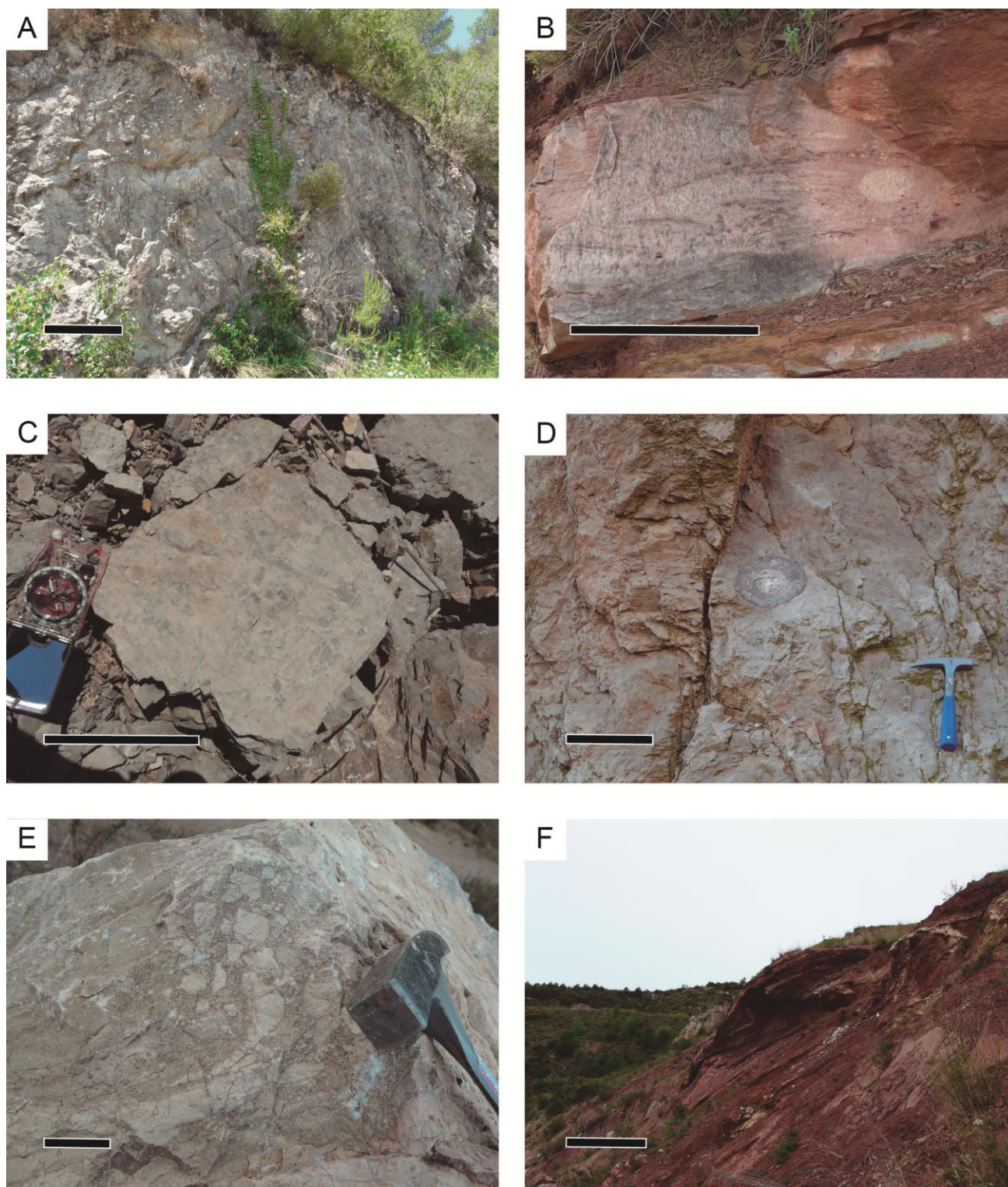
## Dolesparites i dolmicrites

La divisió entre aquesta unitat i l'anterior es defineix per la divisió entre el front de dolomitització, què es bastant marcat. Aquestes unitat de dolomies esta dividida en dos trams ben diferenciats:

El primer tram és caracteritzat per un gran estrat massiu, de tipus dolparita, també rep el nom de dolomies sacaroides (Ramon-Calvet, 1987). Hi ha poques estructures sedimentàries observables, probablement obliterades per la dolomitització. Tampoc es defineixen nivells diferenciats en aquest tram. Com a tret característic, podem observar nòduls de sílex associats a la base de les dolomies, encara que en l'aflorament s'observen més o menys centrades en l'estrat. Els nòduls són d'escala decimètrica, d'entre 10cm i 25cm, i s'observen al llarg d'una franja (fig. 8d)

El segon tram, és de tipus dolmicrita, amb laminació paral·lela mil·limètrica i és caracteritzada per la reiteració d'una seqüència granodecreixent *wackestone-mudstone* d'escala mètrica, que es repeteix, donant lloc a una ciclicitat que s'interpreta com a





**Figura 8.** A) Alforament Paleozoic, escala 1m B) Laminació encreuada Buntsandstein, escala 50cm. Estructures del Muschelkalk inferior: C) escala 15cm, D) escala 30cm E) escala 5cm. F) Muschelkalk mitjà, escala 1m.

cicles mareals. Els estrats de tipus mudstone presenten en ocasions una porositat fenestral. Als últims estrats del tram es comú trobar bretxes intraformacionals (fig. 8e). Sobre aquests nivells comença un nivell argilós versicolor previ als materials del Muschelkalk mitjà.



### 3.3.4 *Muschelkalk mitjà*

Està compost principalment per lutites i gresos, en conjunt presentant un aspecte vermellós (fig. 8f). En el conjunt de la zona de Can Sallent només arribem a observar el tram basal, constituït per unes lutites massives amb alguna intercalació mil·limètrica de bretxes carbonàtiques. El següent tram està compost per intercalacions de gresos de gra fi de entre 20cm i 50cm, amb alguns nivells de guixos entremetjats. La successió roman coberta en aquest punt i no aflora en superfície.

Els nivells de guix es s'interpreten com a dipòsits puntuals de *playa-lake* o *sabkha* evaporítica. (Calvet i Marzo, 1994).

### 3.3.5 *Muschelkalk superior*

Presenta calcàries i dolomies mal aflorants que no han pogut ser estudiades en detall. Tot i això, les calcàries són micrítiques amb bioturbació i estratificació centimètrica visible. Estan lleugerament dolomititzada. També hi ha calcàries suportades per ooides

### 3.3.6 *Conglomerats de Sant Llorenç del Munt*

Nivell d'aproximadament 1 metre, conglomerat de coloració marró. És d'estructura gra sostinguda de còdols arrodonits, de composició polimíctics, composts per còdols de composició quarsítica, de clastos carbonàtics, i algun clast paleozoic.

### 3.3.7 *Antropocé*

La distribució es irregular i es discordant amb totes les altres unitats. És disposen com a dipòsits d'acumulació, de potència variable. Es tracta de graves, de composició carbonàtica. Degut a la poca cohesió que presenten, solen donar lloc a esllavissades provocades per l'acció de la pluja principalment.

També es distingeixen localment dipòsits d'acumulació de residus. Estan composts fonamentalment de plàstics, ceràmiques, ciments i altres residus no reciclats. La potència d'aquests dipòsits es molt variable i difícil de valorar, degut a que són producte d'abocaments que es produeixen actualment.

## 3.4 **Icnologia**

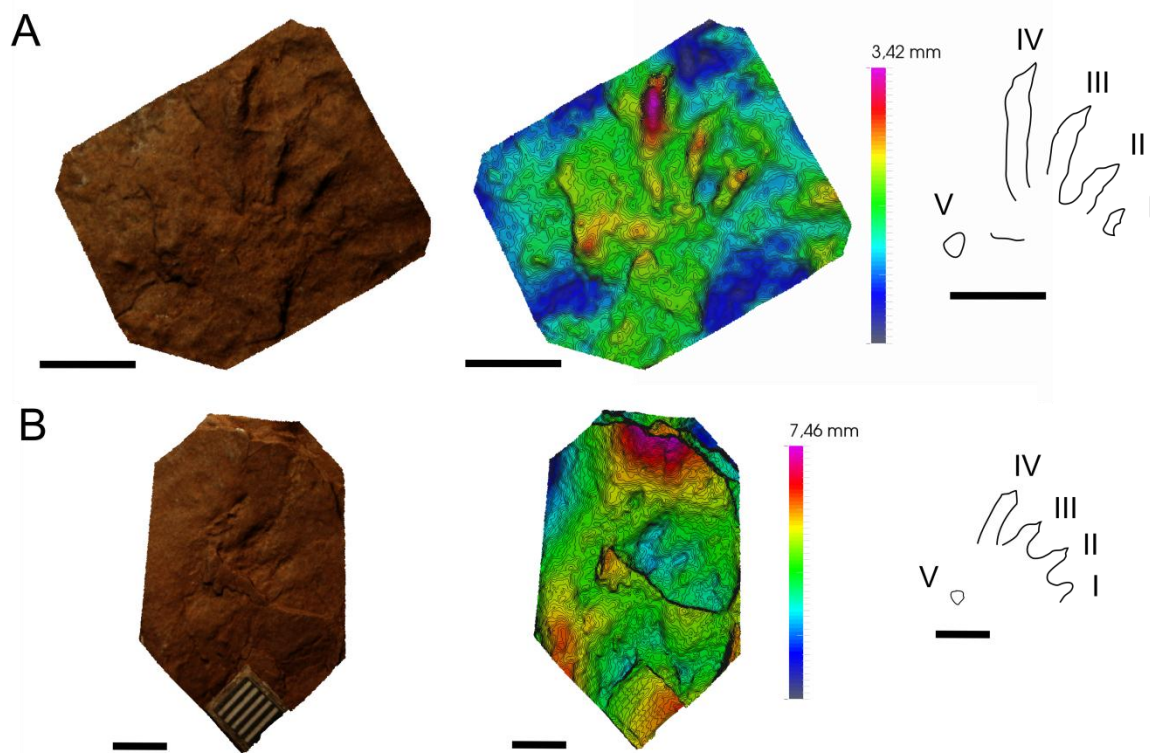
Les mostres recollides al camp corresponen a una sèrie de lloses de gres vermell de diverses mides, des de els 5cm fins als 30cm. Les icnites es presenten tant en relleu positiu com en relleu negatiu. Obviant les lloses més petites i disgregades, les lloses grans evidencien una abundant activitat del tetràpode en qüestió (fig. 9).

Les mostres recollides al camp i els models 3D realitzats a partir d'aquestes mostres ens permeten diferenciar dos tipus d'icnites diferents. Algunes icnites es presenten lleugerament deformades (fig. 11.1 i 11.3).



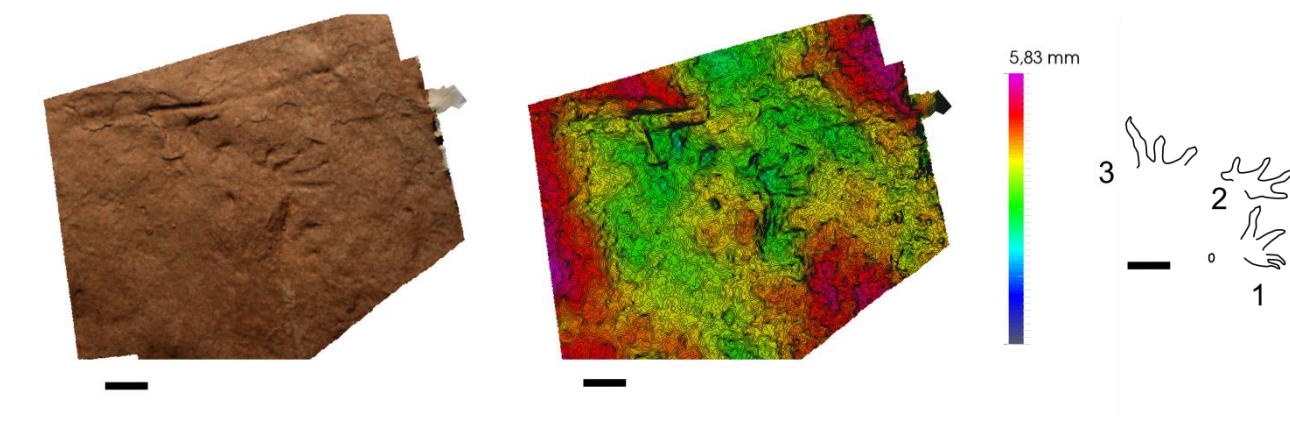
**Figura 9.** Fotografia d'una llosa de gres. Diverses icnites presents, no s'observen rastres. Escala 5cm.

La figura 10b és un model realitzat a partir d'una petjada poc distingible a *visu*, però mitjançant la fotogrametria i el model realitzat, es destaquen els dígits observables, i s'arriben a distingir més dits, d'alguna manera, donant validesa a la tècnica de fotogrametria i observació amb el model 3D. Distingim doncs, dos tipus d'icnites diferents segons característiques:



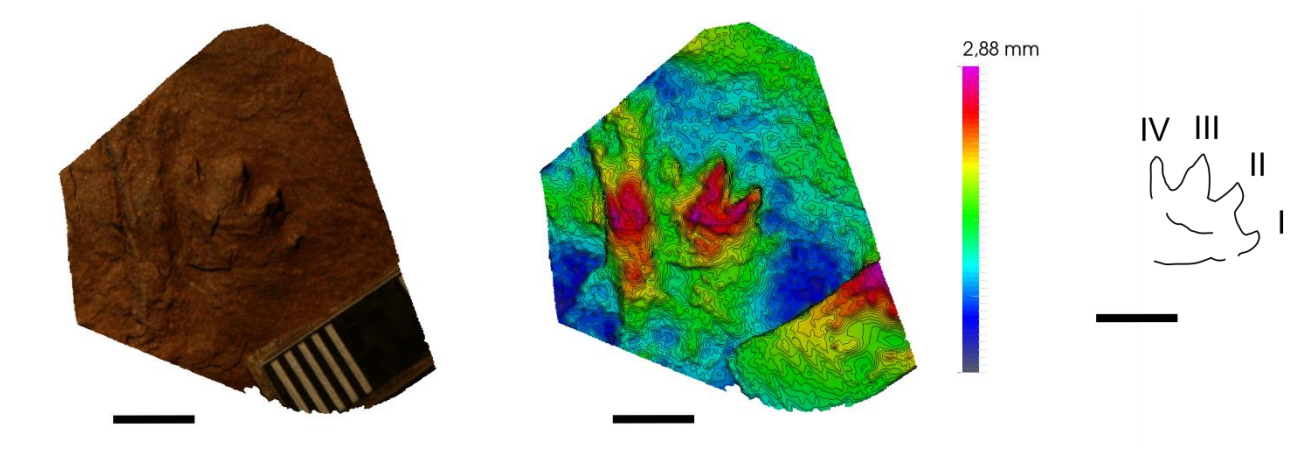
**Figura 10.** Model 3D de les icnites mitjançant la fotogrametria. I,II,III,IV,V corresponen als dígits. Escala 1mm

TIPUS 1 (fig. 10 i 11): Icnites de petit tetràpode pentadàctil (5 dígits). Els dígits del I al IV presenten una curvatura cap a l'interior, mentre que el dígit V està girat cap a l'exterior (fig. 10a), i són bastant esvelts. El palmell també es lleugerament prim (14mm aprox.) i s'observa, no gaire definit, però hi es present en totes. Els dígits III i IV són els més profunds. El dígit IV és el de més longitud, amb uns 14mm aproximadament (taula 1). La amplada i longitud de les icnites són variables. Es distingeix l'urpa en alguns dits (fig. 10).



**Figura 11.** Model 3D de les icnites mitjançant la fotogrametria. I,II,III,IV,V corresponen als dígits. Escala 1mm

Les icnites també son presents en parelles de mà i peu (fig.11). Les mans preserven quatre o cinc dígits (fig. 11.1 i 11.2, fig. 10), mentre que el peu només preserva els dígits de II a IV.



**Figura 12.** Model 3D d'una icnita. No sembla compartir la mateixa morfologia que les altres icnites modelitzades. I,II,III,IV,V corresponen als dígits. Escala 1mm.

TIPUS 2 (fig 12): Icnita de petit tetràpode. En aquest cas només observem 4 dígits (I a IV), molt ben diferenciats. Els dígits són més amples que el tipus 1. Els més profunds són els dígits II i III i el més llarg es el III. L'empremta del palmell és més profunda i marcada que a les icnites de tipus 1. La icnita és relativament més ampla i els dígits són relativament molt més curtes respecte a les icnites de tipus 1.

Mesures	Fig.10a	Fig. 10b	Fig.11.1	Fig.11.2	Fig.11.3	Mitjana
Longitud	28,986	*24,339	19,150	-	-	24,158
Amplada	16,501	20,296	8,361	-	*14,803	14,990
Digit I	*4,188	5,095	3,598	-	-	4,294
Digit II	8,968	9,583	5,546	5,283	7,223	7,321
Digit III	11,104	10,224	8,244	9,152	8,493	9,443
Digit IV	14,201	14,723	9,671	13,173	13,835	13,121
Digit V	5,705	-	-	8,904	-	7,305
Angle II-IV	32,525	31,692	*93,186	31,386	59,529	49,664
Angle I-IV	40,508	47,292	*101,850	-	-	63,217
Angle I-V	106,548	*132,628	-	-	-	119,558

**Taula 1.** Mesures de les icnites de tipus 1 (en mm i en graus). Els valors amb asterisc (\*) són estimats.

#### 4. DISCUSSIÓ

L'estructura geològica de Can Sallent es coincideix amb l'estructura de zones circumdants descrites per altres autors. La correlació estratigràfica ho confirma (fig. 13). Tot hi així, la potència de les unitats geològiques es menor, arribant a reduir la potència del Muschelkalk mitjà en uns 10m aproximadament. Això és degut a una tectònica elevada produïda per l'encavalcament de materials paleozoics.

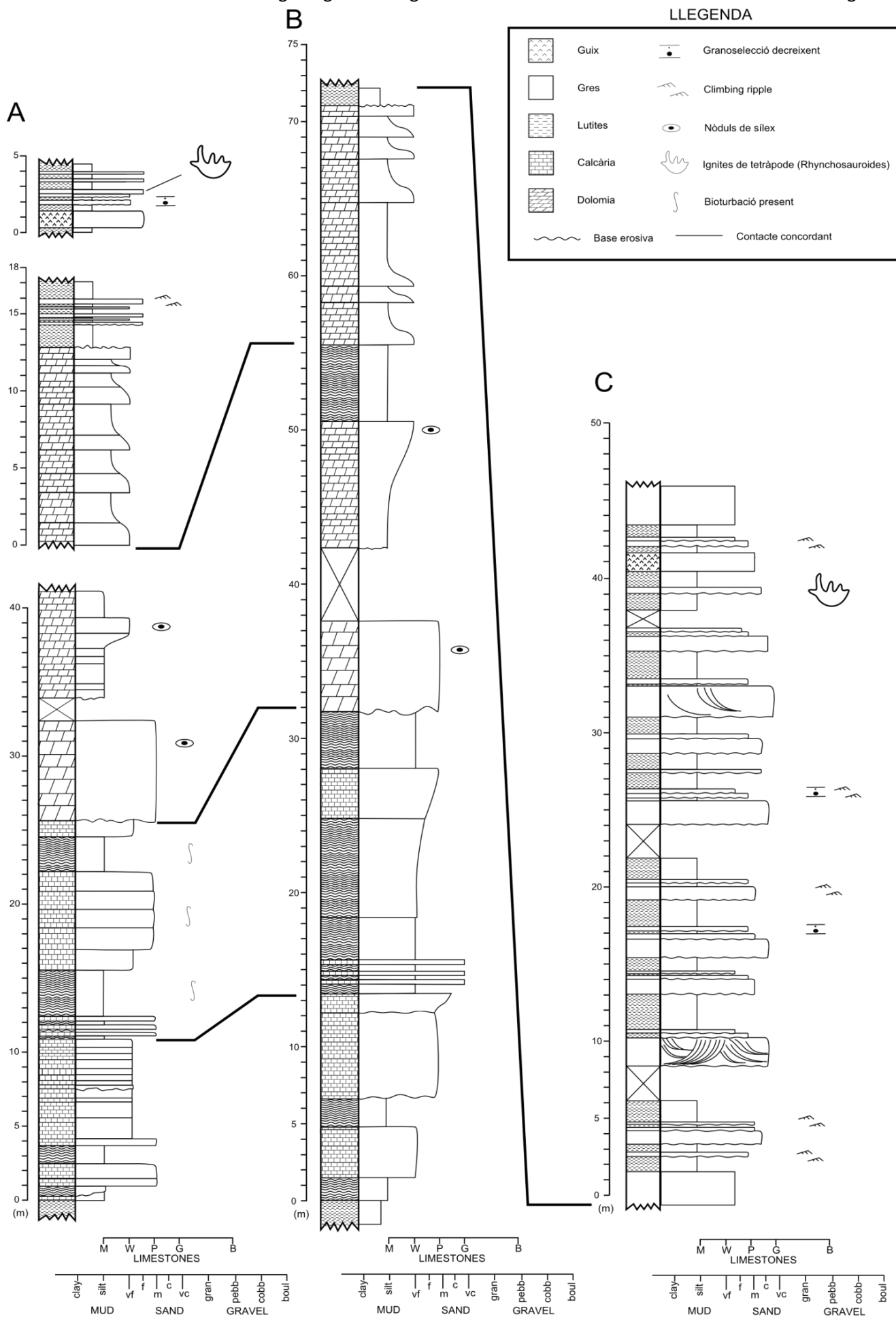
Les icnites analitzades als models 3D ens mostren una sèrie de característiques que ens poden suggerir a quina icnogènere pertanyen: la morfologia de la mà, estreta i allargada; la longitud del dígit IV (13mm), la impressió dels dits II a IV, més profunda, la parella de mà i peu, el peu més endavant de la mà. Totes aquestes característiques i les mesures que s'han fet observables a la taula 1 confirmen que aquestes icnites pertanyen a *Rhynchosauroides* isp. (vegeu Haubold, 1971a,b; Demathieu i Demathieu, 2004). La icnoespècie no es pot determinar per falta de rastres (tres o més petjades consecutives) a les mostres estudiades.

Unes icnites de tetràpode pentadàctil amb les característiques descrites, en les fàcies continentals del Muschelkalk mitjà, són molt similars comparativament amb les descrites per Gand *et al.* (2010), a la Serralada Ibèrica (fig. 14).

L'estratigrafia ens permet correlacionar el nivell de Lutites i guixos de Fontpineda. Aquests han estat atribuïts a dipòsits de plana lutítica-evaporítica supralitoral (Calvet i Marzo, 1994) tipus *sabkha*. Les característiques sedimentològiques de les roques que contenen les icnites són congruents amb aquesta interpretació.

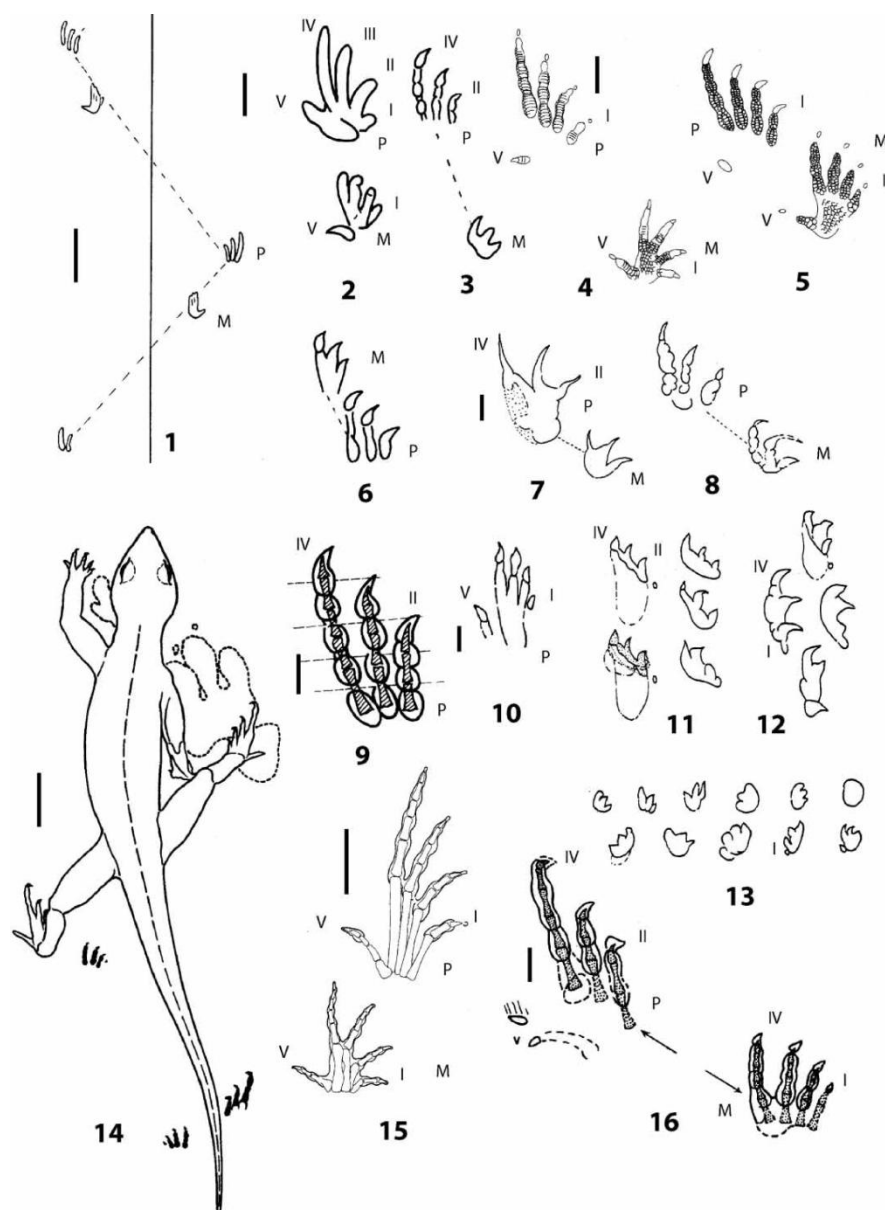
Comparant amb Diedrich, 2008, trobem el mateix cas en ambients de *sabkha* al Muschelkalk mitjà de la Conca Germànica.





**Figura 13.** Correlació estratigràfica de la zona amb altres seccions de la Serralada Costanera Catalana. A) correspon a la zona estudiada, B) extreta de Ramon-Calvet (1987) modificada, C) extreta de Mujal *et al.* (en premsa)

L'ambient *sabkha* al qual *Rhynchosauroides* isp. semblava estar adaptat és restrictiu. Això facilitaria la seva dominància en aquest context. El nombre elevat de icnites trobades en les poques lloses estudiades podria ser significatiu d'aquest domini també (fig. 9)



**Figura 14.** Variabilitat del Rhynchosauroides isp. a la Serralada Iberica, realitzat per Gand et al. (2010). 1,2,3 tenen una morfologia idèntica a les icnites modelitzades.

La comparació entre la ubicació litoestratigràfica i icnològica de les dades estudiades i les del registre icnològic previ de *Rhynchosauroides* isp. a la Serralada Prelitoral Catalana (Mujal *et al.*, en premsa) ens dóna informació de la successió d'icnotaxons durant el Muschelkalk mitjà. La correlació de la successió indica una preservació de l'espècie al llarg del període. (fig. 13), si ve no sembla mantenir el domini que s'observa la part baixa del Muschelkalk mitjà.

Les icnites de tipus 2 no corresponen al *Rhynchosauroides* isp., i la seva atribució taxonòmica queda pendent per a posteriors treballs.

## 5. CONCLUSIONS

Les característiques estructurals i estratigràfiques generals coincideixen amb les realitzades fins ara per altres autors. Les variacions històriques dels afloraments i la geomorfologia han estat importants per deduir la geologia de Can Sallent degut a una activitat antròpica elevada (moviments de terres).

Les icnites trobades corresponen a dos espècies diferents. Les icnites de tipus 1 corresponen a l'icnogenere *Rhynchosauroides* isp. indeterminat.

La correlació estratigràfica amb altres seccions amb *Rhynchosauroides* isp. a la Serralada Prelitoral Catalana indica que l'espècie es present al llarg de tot el Muschelkalk mitjà.

L'icnotaxó en qüestió és predominant als estadis inicials del Muschelkalk mitjà degut a un ambient restrictiu (*sabkha*) al que estava ben adaptat.

La preservació del patrimoni paleontològic ha d'incloure també l'estudi del seu context paleoambiental i estratigràfic. No només s'ha de preservar el propi valor paleontològic sinó que també s'ha de documentar el seu context geològic, que en molts casos es destrueix.

## 6. AGRAIMENTS

Agraeixo la inestimable ajuda i suport dels membres de la Unitat de Estratigrafia, i en especial al meu tutor, Oriol Oms, per el seu assessorament del treball.

A l'Eudald Mujal per la explicació i ajuda de la realització dels models i l'anàlisi icnològic, així com les correccions de les descripcions icnològiques i altres qüestions de protocol. Al Andreu Vinyoles per la seva càmera de fotos.

Al Manel Méndez i en Josep Fortuny del ICP per la seva ajuda i companyia en la sortida de camp.

Als meus pares i a la meua parella, i als meus amics per tot el suport i la companyia rebuda en la realització del treball.

## 8. REFERÈNCIES

- Anadón, P., Colombo, F., Esteban, M., Marzo, M., Robles, S., Santanach, P., Solé Sugrañés, Ll. (1979). Evolución tectonoestratigráfica de los Catalánides. *Acta Geológica Hispánica. Homenatge a Lluís Solé i Sabarís*, 14, 242-270.
- Berástegui X., Losantos M., Puig C., Casanova J. (1996) Estructura de la Cadena Prelitoral Catalana entre el Llobregat y el Montseny. *Geogaceta*, 20 (4), 796-799

- Calvet, F., Marzo, M., (1994). El Triásico de las Cordilleras Costero Catalanas: Estratigrafía, Sedimentología y Análisis Secuencial. Cuaderno de Excursión. III Coloquio de Estratigrafía y Paleoestratigrafía del Pérmico y Triásico de España, Cuenca, 27–29 de Junio de 1994, 53.
- Calvet, F., Ramón, X. (1987). Estratigrafía y sedimentología del Muschelkalk inferior del dominio Montseny-Llobregat (Catalanides). *Cuadernos de Geología Ibérica*, 11, 141-169.
- Demathieu, G. & Demathieu, P. (2004). Chirotheria and other ichnotaxa of the European triassic. *Ichnos*, 11, 79–88.
- Diedrich C. (2008) Millions of reptile tracks—Early to Middle Triassic carbonate tidal flat migration bridges of Central Europe—reptile immigration into the Germanic Basin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 259, 410–423.
- Dinarès-Turell, J., Bienvenido, J., Rey, D., Arnal, I. (2005). “Buntsandstein” magnetostratigraphy and biostratigraphic reappraisal from eastern Iberia: Early and Middle Triassic stage boundary definitions through correlation to Tethyan sections. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 229, 158-177.
- Falkingham, P.L. (2012). Acquisition of high resolution three-dimensional models using free, open-source, photogrammetric software. *Paleontología Electrónica*, 15 (1), 1-15.
- Gand G., De La Horra R., Galán-Abellán B., López-Gomez J., Barrenechea J.F., Arche A., Benito M.I. (2010) New ichnites from the Middle Triassic of the Iberian Ranges (Spain): paleoenvironmental and paleogeographical implications. *Historical Biology: An International Journal of Paleobiology*, 22 (1-3), 40-56.
- Haubold, H. (1966). Therapsiden- und Rhynchocephalen-Fährten aus dem Buntsandstein Südthüringens. *Hercynia, NF*, 3(2), 147-183.
- Haubold, H. (1971a). Die Tetrapodenfährten des Buntsandsteins in der Deutschen Demokratischen Republik und in Westdeutschland und ihre Äquivalente in der gesamten Trias. *Paläontologische Abhandlungen, Abteilung a Paläozoologie*, 395-548.
- Haubold, H. (1971b). *Ichnia Amphibiorum et Reptiliorum fossilium. Encyclopedia of Paleoherpétology* 18. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart and Portland-USA.
- Institut Cartogràfic de Catalunya. 2005. *Mapa geològic comarcal de Catalunya 1:50.000. Full 40, Vallès Occidental*. ICC. Barcelona.
- Institut Cartogràfic de Catalunya. 2011. *Mapa geològic de Catalunya 1:25.000. Full 392-2-1 (72-29), Castellar del Vallès*. ICC. Barcelona.
- López-Blanco, M. (1994). Estructuras contractivas de la Cordillera Prelitoral Catalana entre la sierra de Les Pedritxes y el río Ripoll, evolución y relación con los depósitos del margen de la Cuenca del Ebro. *Geogaceta*, 16, 3-5.
- López-Blanco, M. 1996. Estratigrafía secuencial de sistemas deltaicos en cuencas de antepaís: ejemplos de Sant Llorenç del Munt, Montserrat y Roda (Paleógeno, cuenca de antepaís surpirenaica). *Acta Geologica Hispànica*, 31(4): 91-95.



Matthews N.A. (2008) Aerial and Close-Range Photogrammetric Technology: Providing Resource Documentation, Interpretation, and Preservation. Technical Note 428. U.S. Department of the Interior, Bureau of Land Management, National Operations Center, Denver, Colorado. 42 p.

Mujal E., Fortuny J., Rodríguez-Salgado P., Diviu M., Oms O., Galobart À. (en premsa) First footprints occurrence from the Muschelkalk detrital unit of the Catalan Basin: 3D analyses and palaeoichnological implications. *Spanish Journal of Palaeontology*.

Ubach, J. (1990). Geología de los materiales Paleozoico de las Escamas de la Cordillera Prelitoral Catalana al Este del Río Llobregat. *Acta Geológica Hispánica* 25 (1-2), 113-121.

Virgili, C. (1958). El Triásico de los Catalanides. *Bol. Inst. Geol. y Min. España*, 69, 7-13 i 1-856.

## 9. RECURSOS DE SOFTWARE

ACD Canvas 15: <http://www.acdsee.com/en/products/canvas-15>

Global Mapper v15: <http://www.bluemarblegeo.com/products/global-mapper.php>

ImageJ v.1.48: <http://imagej.nih.gov/ij/index.html>

MeshLab v.1.3.2: <http://meshlab.sourceforge.net/>

ParaView v.4.1.0 <http://www.paraview.org>

VisualSFM v.0.5.22: <http://homes.cs.washington.edu/~ccwu/vsfm/>